

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Кафедра автоматики та телекомунікацій

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

\_\_\_\_\_ Леонід БАЧУРІН

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

## **РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ОК27 Теорія оптимального керування

(шифр і назва навчальної дисципліни)

Рівень освіти: перший бакалаврський

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни Теорія оптимального керування.

(повна назва дисципліни)

для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року. – 7 с.

Розробники: асис. каф. АТ Дар'я ЖУКОВСЬКА

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри автоматики та телекомунікацій.

( назва кафедри)

Протокол № 1 від. “30” серпня 2023 р.

В.о. завідувача кафедрою АТ \_\_\_\_\_

(підпис)

(Валерій ПОЦЕПАЄВ)

(прізвище та ініціали)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р

Схвалено науково-методичною комісією з галузі знань 14 Електрична інженерія

(шифр, назва)

Протокол № \_\_\_\_ від. “\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 р.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Голова \_\_\_\_\_

(підпис)

(Олександр КОЛЛАРОВ)

(прізвище та ініціали)

## 1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Нормативна	
Обсяг в кредитах ЄКТС	6	6
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	180	180
лекції:	48	6
практичні заняття:	32	6
лабораторні заняття:	–	–
семінари:	–	–
самостійна робота:	100	168
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	ас. каф. АТ Жуковська Дар'я Олександрівна <a href="https://wiki.donntu.edu.ua/view/Жуковська_Дар'я_Олександрівна">https://wiki.donntu.edu.ua/view/Жуковська_Дар'я_Олександрівна</a> <a href="https://wiki.donntu.edu.ua/view/Кафедра_автоматики_i_телекомунікацій">https://wiki.donntu.edu.ua/view/Кафедра_автоматики_i_телекомунікацій</a> daria.zhukovska@donntu.edu.ua	

### Передумови для вивчення дисципліни:

*Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше:*

- Фізика;
- Вища математика;
- Математичні методи та моделі в розрахунках на ЕОМ.

*Перелік раніше здобутих результатів навчання:*

- здатність застосовувати знання математики, в обсязі, необхідному для використання математичних методів для аналізу і синтезу;
- базові знання з дисциплін: математичний аналіз, лінійна алгебра, диференціальні рівняння, теорія функцій комплексної змінної, методи оптимізації, числові методи, алгоритми і системи комп'ютерної математики, програмування.

## 2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою викладання вищевказаної дисципліни є створення комплексу знань з питань синтезу оптимальних систем управління, навчити аналізувати загальну структуру систем керування, будувати математичні моделі систем керування, забезпечувати використання відповідних методів пошуку оптимальних керувань, виконувати необхідні обрахунки при аналізі та синтезі (конструюванні) систем керування.

*Фахові компетентності:*

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- здатність вирішувати практичні задачі із застосуванням систем автоматизованого проектування і розрахунків.

*Програмні результати навчання:*

- знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань;

- застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності;
- обирати і застосовувати придатні методи для аналізу і синтезу електромеханічних та електроенергетичних систем із заданими показниками.

### 3. Очікувані результати навчання

#### *Знання:*

- методів системного аналізу систем керування;
- основних типів математичних моделей систем керування;
- принципів побудови систем оптимального керування;
- методів дослідження стійкості системи керування;
- методики створення оптимальних систем керування;
- аналітичних та числових методів пошуку оптимальних керувань;
- сучасних комп'ютерних засобів та прикладного програмного забезпечення для моделювання, оптимізації та дослідження систем керування.

#### *Уміння:*

- аналізувати структуру систем керування;
- складати диференційні та рекурентні рівняння, що описують системи керування;
- оцінювати стійкість та якість функціонування системи керування;
- знаходити оптимальні керування;
- застосовувати сучасне прикладне програмне забезпечення для моделювання, оптимізації та дослідження систем керування.

### 4. Засоби діагностики результатів навчання

Під час вивчення дисципліни "Теорія оптимального керування" використовуються наступні засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- стандартизовані тести;
- практичні та індивідуальні роботи в пакетах прикладних програм.

### 5. Критерії оцінювання результатів навчання

Поточний контроль						Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
ПР 1	ПР 2	ПР 3	ПР4	ПР5	ІНДЗ			
6 <sup>1</sup>	6	6	6	6	10	40	60	100
3 <sup>2</sup>	3	4	4	4	6	24		

Примітки: 1) ПР1, ПР2 і т.д. практичні роботи;

2) У чисельнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоєчасному виконанні).

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

## 6. Програма навчальної дисципліни

### 6.1. Основні теми дисципліни

**Тема 1.** Проблеми оптимального керування. Керованість, спостережуваність, стійкість, методи варіаційного числення. Постановка задач оптимального керування, приклади задач оптимального керування. Структурні схеми систем керування. Постановка та дослідження задач керованості для нестационарних та стаціонарних систем.

**Тема 2.** Критерій керованості для стаціонарних і нестационарних лінійних систем. Зв'язок між спостережуваністю та керованістю в системах керування.

**Тема 3.** Спостережуваність в системах керування. Зв'язок між спостережуваністю та керованістю в системах керування. Ідентифікація параметрів систем керування. Керованість, спостережуваність, ідентифікація дискретних систем керування.

**Тема 4.** Стійкість програмного руху систем керування. Задача аналітичного конструювання оптимального регулятора в лінійних системах керування. Необхідні та достатні умови знаходження екстремальних траєкторій. Задачі на умовний екстремум, з обмеженнями на керування. Системи першого наближення.

**Тема 5.** Метод динамічного програмування. Принцип максимуму Понтрягіна. Метод динамічного програмування. Алгоритм методу динамічного програмування. Задача аналітичного конструювання оптимального регулятора в лінійних системах керування.

### 6.2. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Тема 1. Моделі систем керування: складання диференціальних рівнянь типових та довільних ланок систем керування.	6	2
2	Тема 1. Теорія оптимального керування: класичні задачі оптимального керування.	6	1
3	Тема 2. Теорія оптимального керування: дискретний метод динамічного програмування, розв'язання динамічних задач.	6	1
4	Тема 3-4. Аналітичне, числове та комп'ютерне розв'язання задач варіаційного числення.	8	1
5	Тема 5. Теорія оптимального керування: метод динамічного програмування у неперервному часі.	6	1
...	<b>Усього годин</b>	32	6

### 6.3. Теми лабораторних занять

Не передбачені відповідним навчальним планом.

#### 6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин для денної форми	Кількість годин для заочної форми
1	Тема 1. Розглянути приклади задач керування та дослідити параметри які входять в такі задачі.	8	12
2	Тема 1. Розв'язування прикладів на використання методів варіаційного числення до задач теорії керування	8	14
3	Тема 1. Теоретико-функціональні обмеження на вектори стану та управління.	8	14
4	Тема 2. Розглянути приклади задач керованості різних класів для нестационарних та стаціонарних систем.	8	14
5	Тема 2-3. Розв'язування прикладів на спостережуваність, керованість та ідентифікацію систем керування.	8	14
6	Тема 3. Принцип подвійності завдань управління і спостереження	8	14
7	Тема 3. Оптимальне керування з узагальненим показником якості.	8	14
8	Тема 4. Умови трансверсальності.	8	12
9	Тема 4. Багатокритеріальна оптимізація.	10	16
10	Тема 4-5. Розв'язування прикладів на побудову оптимальних регуляторів та дослідження стійкості руху.	8	14
11	Тема 5. Розв'язування прикладів на використання методу Беллмана для дискретних систем керування.	8	14
12	Тема 5. Розв'язування прикладів на використання принципу максимуму Понтрягіна.	10	16
	Всього	100	168

#### 6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Розрахункова робота на тему "Використання методів динамічного програмування в теорії оптимального керування".

Мета роботи: вивчити і одержати навички у процесі дослідження оптимальної системи керування, використовуючи динамічне програмування.

Завдання: 1. За допомогою методу динамічного програмування для дискретних систем розв'язати задачу оптимального керування (варіанти по номеру студентського квитка). 2. Серед допустимих кусково-неперервних керувань  $u(t)$  знайти оптимальні або підозрілі на оптимальні керування, що мінімізують функціонал  $J(u)$  на траєкторіях заданої диференціальної системи".

### 7. Література

#### 7.1. Основна

1. Пічкур В.В. Лекції з теорії керування. Київ: КНУ ім. Т.Шевченка, 2017. 232 с.  
[http://mss.unicyb.kiev.ua/manuals/Lectons\\_control\\_theory.pdf](http://mss.unicyb.kiev.ua/manuals/Lectons_control_theory.pdf)
2. Новицький І.В. Сучасна теорія керування: навч. посіб. / І.В. Новицький, С.А. Ус. Мін-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 263 с.
3. Моклячук, М. П. Варіаційне числення. Екстремальні задачі. Підручник. – К. : Видавничополіграфічний центр "Київський університет", 2009. – 380 с.  
<http://probability.univ.kiev.ua/userfiles/mmp/var-Book-2010.pdf>
4. Paluszek M., Thomas S. MATLAB Machine Learning Recipes: A Problem-Solution Approach. 2nd ed. APRESS, 2019.

## **7.2. Допоміжна**

1. Мокін Б.І., Мокін О.Б. Теорія автоматичного керування. Методологія та практика оптимізації/Навчальний посібник, Вінниця: ВНТУ, 2013, 210 с.
2. Тунік А.А., Абрамович О.О. Основи сучасної теорії управління. Навчальний посібник. – К.: Видавництво Національного авіаційного університету «НАУ-друк», 2010. – 260 с.
3. Конспект лекцій «Сучасна теорія управління, методи синтезу та оптимізації управління»/ Упоряд. Успенський В.Б., Шипуліна Л.В. — Х.: НТУ«ХП», 2013. — 136 с.

## **7.3. Методична**

1. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу "Теорія автоматичного керування", частина 1(для студентів галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування, 14 Електрична інженерія всіх форм навчання) [Електронний ресурс]. - Покровськ, 2021. - 52 с. – Режим доступу: <http://lc.donntu.edu.ua/elcat/alog?tab=274ed26860a48f37bd8dcc2bb28f3c48> – 681.5.
2. Методичні вказівки до лабораторних та практичних робіт з дисциплін «Управління та стійкість в електронних системах» та «Теорія автоматичного керування» [Електронний ресурс] : (для студентів денної та заочної форм навчання всіх спеціальностей освітнього ступеня «бакалавр») / укладач І.С. Лактіонов, Д.О. Жуковська, М.В. Ступак. – Луцьк, 2022. – 62 с. Режим доступу: <http://lc.donntu.edu.ua/elcat/alog?tab=d68f0b8a1be2030d16dfef2715392ae5> – 62-5(072).

## **8. Інформаційні ресурси**

1. SJR [Електронний ресурс]: Scimago journal & country rank. – Режим доступу: <http://www.scimagojr.com/journalrank.php>. – Назва з титул. екрана.
2. Google Академія [Електронний ресурс]: Google scholar. – Режим доступу: <https://scholar.google.com.ua/>. – Назва з титул. екрана.
3. Електронний архів ДонНТУ [Електронний ресурс]: EA.DonNTU. – Режим доступу: <http://ea.donntu.edu.ua/>. – Назва з титул. екрана.
4. Researchgate [Електронний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.researchgate.net/>. – Назва з титул. екрана.